

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-136508

(P2000-136508A)

(43)公開日 平成12年5月16日 (2000.5.16)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

E 01 D 1/00  
11/00  
F 16 F 15/04  
15/08

識別記号

F I

E 01 D 1/00  
11/00  
F 16 F 15/04  
15/08

テマト(参考)  
B 2 D 0 5 9  
3 J 0 4 8  
B  
G

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全6頁)

(21)出願番号

特願平10-310746

(22)出願日

平成10年10月30日 (1998.10.30)

(71)出願人 000183233

住友ゴム工業株式会社

兵庫県神戸市中央区臨浜町3丁目6番9号

(72)発明者 藤澤 一裕

兵庫県神戸市西区平野町芝崎402番地の1

(74)代理人 100082968

弁理士 苗村 正 (外1名)

Fターム(参考) 2D059 AA41 BB08 GG13

3J048 AA01 BA04 BC02 CB01 CB22

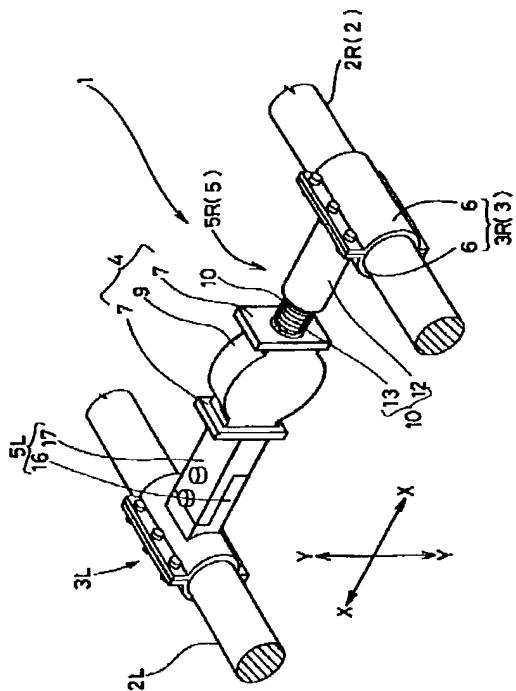
DA04 EA39

(54)【発明の名称】 並列ケーブル用制振装置

(57)【要約】

【課題】 並列ケーブルのX方向及びY方向の振動をともに抑制する。

【解決手段】 並列ケーブル2に固定される固定金具3と、ゴムダンパ4と、このゴムダンパ4と前記固定金具3とを接続する両側の連結ロッド5とを具える。一方の連結ロッド5Rは、X方向に伸縮しうる伸縮手段11と、前記ゴムダンパ4と固定金具3との間をX方向に付勢する補助バネ手段12とを具える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】間隔を隔てて並列された各ケーブルに夫々固定される固定金具と、ゴムダンパと、このゴムダンパと前記固定金具とを接続する両側の連結ロッドとを具え、

一方の前記連結ロッドは、前記ケーブルの長さ方向と直角な面内での前記ケーブル間を繋ぐX方向の向きに伸縮しうる伸縮手段と、前記ゴムダンパと固定金具との間をX方向に付勢する補助バネ手段とを具えることを特徴とする並列ケーブル用制振装置。

【請求項2】前記X方向の向きの前記ゴムダンパのバネ定数をK<sub>x</sub>、前記面内でX方向と直交するY方向の向きの前記ゴムダンパのバネ定数をK<sub>y</sub>としたとき、

前記補助バネ手段のバネ定数K<sub>c</sub>は次式を満たすこととする請求項1記載の並列ケーブル用制振装置。

$$(0.5K_x \cdot K_y) / (K_x - 0.5K_y) \leq K_c \leq (2K_x \cdot K_y) / (K_x - 2K_y)$$

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば斜張橋の主塔と橋桁との間などに並列して配されたケーブルの直交する2方向(X方向及びY方向)の振動をともに効果的に抑制しうる並列ケーブル用制振ゴムダンパに関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】図4(A)に示すような斜張橋の橋桁b1を緊張するケーブルa1、又は図4(B)に示すような長スパンの吊橋における橋桁b2を、主塔間に架け渡される主ケーブルから吊下げる吊下げ用のケーブルa2などにおいては、橋の巨大化とともに複数本のケーブルを間隔を隔てて略平行に配列した並列ケーブルが採用されている。

【0003】このような並列ケーブルにおいて、例えば50mを超えるようなケーブル長さになると、図5に示すように、並列するケーブルc1、c2間を繋ぐX方向又はこのX方向に近い斜方向からの風によって、風上側のケーブルc1の背後にカルマン渦が発生し、風下側のケーブルc2が激しく振動することがある。

【0004】その振動は、従来、前記X方向と直交するY方向の向きの振動が問題視されてきたが、風向、風速によってはX方向の振動も観察されている。

【0005】これらの振動は、ケーブル自体が持っている構造減衰が小さいため、風による僅かな周期的外乱が続くと、振動が成長して大振幅となりケーブル端末の固定部などにおいて曲げ疲労により破壊するおそれがある。このような問題点を解決するため、例えば特開平8-41821号公報が提案されている。

【0006】この提案では、図9(A)に示す如く、ケーブルc1、c2と、このケーブルc1、c2を内挿しつつ繋ぎ材fにより相対移動不能に連結されたケーブル支持棒d、dとの間に、高減衰ゴム材からなるゴムダン

パeを固着配設している。従って例えばケーブルc1、c2にX方向の振動が生じると、ゴムダンパeには、ほぼ単純なせん断力が作用し、振動エネルギーを散逸させることができる。

【0007】しかしながら、このものは、図6(B)に示すように、ケーブルc2にY方向の振動が生じた場合には、ケーブル支持棒dのねじれ角を、一旦、せん断力に変換してゴムダンパeに作用させて制振するため、ケーブルのY方向の振幅がよほど大きくなないとゴムダンパeのせん断変形が充分になされず、かかるゴムダンパのエネルギーロスが期待できないため、満足のゆくY方向の制振効果が得られない。

【0008】そこで、近年、図7に示すように、各ケーブルc1、c2に固定される固定金具g1、g2間を、高減衰ゴム材からなる円盤状のゴムダンパiを有する制振具によって連結することが提案されている。この制振装置では、X方向のケーブルcの変形が直接ゴムダンパiのX方向の変形になり、かつY方向のケーブルcの変形が直接ゴムダンパiのY方向の変形になるため、X、Y方向ともに制振効果が発揮できる。

【0009】しかし、一般的なケーブル張力、ケーブル重量、ケーブル長さ、及び制振装置の取付位置によって、最大の制振効果を得るためにには、最適なバネ定数が存在することが判っており、その最適バネ定数はX方向、Y方向ともに同じバネ定数であり、かつその最適バネ定数の値も0.5~10.0ton·f/mの範囲と極めて小さく、図の制振装置では、X方向、Y方向のバネ定数K<sub>xc</sub>、K<sub>yc</sub>を10.0ton·f/m以下にすることはできるが、このバネ定数の比K<sub>xc</sub>/K<sub>yc</sub>を2.0以下にすることはできなかった。

【0010】この理由は、下記のようにゴムの材料特性から説明される。すなわち、ゴムに圧縮・引張変形を与える方向をX方向とした時、Y方向はゴムにせん断変形を与える方向となる。ここで、ゴムの縦弾性係数E、ゴムの横弾性係数G、ゴムのポアソン比νとすると、次式(1)の関係が成立つ。

$$K_{xc}/K_{yc} = E/G = 2(1+\nu) \quad \dots (1)$$

ここで、ゴムのポアソン比は0.4~0.5の値であるため、上式(1)の関係から、ゴムの圧縮・引張バネ定数とせん断バネ定数の比K<sub>xc</sub>/K<sub>yc</sub>は、3に近い値をとることになる。

【0011】このような理由から、図に示した単純形成のゴムダンパiでは、バネ定数の比K<sub>xc</sub>/K<sub>yc</sub>は2以下にはならず、実際には、K<sub>xc</sub>/K<sub>yc</sub>≈2.8程度のものしか得ることができないなど、最大の制振効果を得ることができないという問題があった。

【0012】そこで本発明は、ゴムダンパとケーブルの固定金具とを接続する連結ロッドの一方に、X方向に伸縮しうる伸縮手段と、X方向に付勢する補助バネ手段とを設けることを基本として、実質的なバネ定数の比K<sub>x</sub>

$c/K_{yc}$ を0.5~2.0の範囲に容易に設定するこ<sup>10</sup>とが可能となり、制振効果を最も効果的に発揮しうる並列ケーブル用制振装置の提供を目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため<sup>15</sup>に、請求項1の並列ケーブル用制振装置の発明は、間隔を隔てて並列された各ケーブルに夫々固定される固定金具と、ゴムダンパと、このゴムダンパと前記固定金具とを接続する両側の連結ロッドとを具え、一方の前記連結ロッドは、前記ケーブルの長さ方向と直角な面での前記ケーブル間に維ぐX方向の向きに伸縮しうる伸縮手段と、前記ゴムダンパと固定金具との間にX方向に付勢する補助バネ手段とを具えることを特徴としている。

【0014】又請求項2の発明では、前記X方向の向きの前記ゴムダンパのバネ定数を $K_x$ 、前記面内でX方向と直交するY方向の向きの前記ゴムダンパのバネ定数を $K_y$ としたとき、前記補助バネ手段のバネ定数 $K_c$ は、次式

$$(0.5K_x \cdot K_y) / (K_x - 0.5K_y) \leq K_c \\ \leq (2K_x \cdot K_y) / (K_x - 2K_y)$$

を満たすことを特徴としている。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の一形態を図面に基づき説明するが、本願で用いる座標系は、図1に示すケーブル2L、2Rの長さ方向と直角な面において、ケーブル2L、2R間に維ぐ方向をX方向とし、かつ前記面内で前記X方向に直交する方向をY方向として定義される。

【0016】図1に示すように、本実施形態の並列ケーブル用制振装置1は、間隔を隔てて略平行に配される、本例では2本のケーブル2L、2Rにそれぞれ固定される固定金具3L、3R、ゴムダンパ4、及びこのゴムダンパ4と前記固定金具3L、3Rとを接続する連結ロッド5L、5Rから構成されている。なお以下に、ケーブル2L、2Rを総称してケーブル2、固定金具3L、3Rを総称して固定具3、連結ロッド5L、5Rを総称して連結ロッド5と呼ぶ場合がある。

【0017】本例の前記ケーブル2は、図4(A)、(B)に示したような斜張橋、吊り橋などの橋桁を緊張状態で吊設する長尺体であり、金属又は繊維コードを燃り合わせたロープ、又は単一の金属線からなるワイヤによって形成される。

【0018】前記固定金具3は、本例ではケーブル2を囲む金属製の筒状をなし、着脱を容易にするためケーブル2の軸方向に二分割される分割片6、6によって形成される。この分割片6、6をボルト等を用いて相互に固定し、かつ締付けることによってケーブル2に強固に固定着される。

【0019】又前記ゴムダンパ4は、両側の取付板7、7とその間に配される減衰性ゴム材からなるダンパ主部

9とを具えている。

【0020】このダンパ主部9は、その中心線が前記ケーブル2の長さ方向と同方向に向く円柱状をなし、前記ケーブル2L、2R間に略中央に配される。このダンパ主部9は、高減衰性ゴムによって形成された弾性体であり、例えば内部損失( $\tan \delta$ )の値を0.2以上かつ0.7以下に設定するのが好ましい。一般に、制振効果は、ダンパ主部9の内部損失( $\tan \delta$ )に略比例し、内部損失( $\tan \delta$ )の値が大きいほど振動を吸収するた

10め、前記内部損失( $\tan \delta$ )が0.2未満では振動吸収能力が小さいため制振効果が低下しがちとなる。なお $\tan \delta$ が0.7をこえても制振効果の向上があまり期待できない。より好ましくは、前記ダンパ主部9の内部損失( $\tan \delta$ )の値を0.3~0.5の範囲とするのが望ましい。なお、前記内部損失( $\tan \delta$ )の値は、岩本製作所製粘弹性スペクトロメータにて温度70°C、初期伸張10%、動歪み±1.0%、周波数10Hzの条件下で測定した値である。

【0021】このダンパ主部9に用いるゴムとしては、<sup>20</sup>前述の高減衰性に加えて使用環境、使用条件に応じて耐老化性や耐疲労性に優れ、かつクリープが少なく耐寒性に優れることなどが要求され、このような特性は、例えば、ブチルゴム(IIR)の他に、天然ゴム(NR)、スチレン・ブタジエンゴム(SBR)、ブタジエンゴム(BR)、ニトリルゴム(NBR)、エチレンプロピレンゴム(EPM)、シリコンゴム(Q)などのゴム、またはこれらゴムに充填剤、オイル、カップリング剤等の添加物を適宜配合することによって得ることができる。

30【0022】また前記取付板7は、ダンパ主部9を前記固定金具3に、連結ロッド5を介して接続するための金属製の取付け部材であって、図2に示すように、ダンパ主部9内に埋入されかつ一体に加硫接着される埋入部7Aと、この埋入部7Aに連なりケーブル2に向く矩形板状の取付け部7Bとを具えている。

【0023】次に両側の連結ロッド5L、5Rのうち、一方の連結ロッド5Rには、X方向に伸縮しうる伸縮手段10と、X方向に付勢する補助バネ手段11とを設けている。

40【0024】この連結ロッド5Rは、本例では、前記固定金具3RからX方向にのびる筒状の第1のアーム12と、前記ゴムダンパ4の取付板7からX方向にのびるとともに前記第1のアーム12の中心孔12Hに摺動自在に保持される直軸状の第2のアーム13とを具える。なお前記第1のアーム12は、その先端に第2のアーム13の胴部13Aを受ける滑り軸受け状の保持部12Aを有し、又第2のアーム13は、その先端に、前記中心孔12Hをピストン状にスライドしうる頭部13Bを蔵設している。

【0025】従って本例では、第1、第2のアーム1

2、13によって、X方向に伸縮しうる前記伸縮手段10を形成している。

【0026】又連結ロッド5Rには、前記保持部12Aと取付板7との間に第1のバネ体14が、又前記保持部12Aと頭部13Bとの間に第2のバネ体15が配される。この第1のバネ体14は、前記ゴムダンパ4と固定金具3Rとの間を離間させるX方向外向きに付勢し、又第2のバネ体15は近接させるX方向内向きに付勢する。そして、摺動ストロークの中間となる連結ロッド5Rの基準状態Pにおいて、第1、第2のバネ体14、15のバネ力が釣り合って均衡するとともに、基準状態Pからの伸張に対してはバネ定数Kcの内向きのバネ力が、縮小に対してはバネ定数Kcの外向きのバネ力が作用する。

【0027】従って本例では、連結ロッド5Rは、前記第1、第2のバネ体14、15によって、基準状態Pを基準としてバネ定数KcでX方向の内外に向かって付勢しうる前記補助バネ手段11を形成している。

【0028】なお他方の連結ロッド5Lは、非伸縮性であり、本例では、前記固定板金具3LからX方向にのびる第1の連結片部16と、前記ゴムダンパ4の取付板7からX方向にのびるとともに前記第1の連結片部16にボルトなどで結合される第2の連結片部17とを具える。なお第1、第2の連結片部16、17は、本例で\*

$$1/K_{xc} = (1/K_x) + (1/K_c) \quad \dots (2)$$

【0032】又図3(D)の如く、ケーブル2に対して基準状態PからY方向に伸縮する向きの振動が生じたときには、補助バネ手段11の伸び縮みはなく、ゴムダンパ

$$K_{yc} = K_y$$

なお図3(A)～(D)では、伸縮手段11及び補助バネ手段12を概念的に描いている。

【0033】すなわち、本願の構造では、補助バネ手段11を付加することにより、装置全体のY方向のバネ定数Kycを変えずにX方向のバネ定数Kxcのみを減じることができるのであり、これによって、装置全体のバネ定数の比Kxc/Kycを、最大の制振効果を得るた★

$$(0.5K_x \cdot K_y) / (K_x - 0.5K_y) \leq K_c \\ \leq (2K_x \cdot K_y) / (K_x - 2K_y) \quad \dots (4)$$

【0035】これは、

$$0.5 \leq K_{xc} / K_{yc} \leq 2.0 \quad \dots (5)$$

とするための必要十分条件であり、前記式(5)に式(2)、(3)を代入することにより得ることができる。言い換えると、上式(4)を満たすことによって、適正なバネ定数の比Kxc/Kyc=0.5～2.0を得ることができるのである。又同様に、Kc=Kx·Ky/(Kx-Ky)とすることにより、最適なバネ定数の比Kxc/Kyc=1.0を得ることができる。

【0036】

【発明の効果】本発明の並列ケーブル用制振装置は、叙述の如くゴムダンパと補助バネ手段とをX方向の直列バネ

\*は、Y方向で互いに向き合う面を重ね合わせた、いわゆる合じやくり状の突片部分で連結され、これによって結合強度を高めている。

【0029】なお当然ではあるが、前記連結ロッド5Rでは、第1のバネ体14を雨風から保護しその腐食等を防ぐカバーを付設することもでき、又補助バネ手段11自体、コイルバネを組合せた種々の構造を採用することができる。

【0030】又本例では、固定金具3Rと第1のアーム12、固定金具3Lと第1の連結片部16、一方の取付板7と第2のアーム13、他方の取付板7と第2の連結片部17は、夫々溶接等により一体接合した場合を例示しているが、互いに取外し可能にボルト等で結合することもできる。

【0031】然して、並列ケーブル用制振装置1は、図3(A)～(C)に示すように、ケーブル2に対して基準状態PからX方向に伸縮する向きの振動が生じたときには、ゴムダンパ4及び補助バネ手段11は直列バネとして作用し、双方にX方向の引張/圧縮のバネ力が反力をとして発生する。従って、ゴムダンパ4のX方向のバネ定数をKx、補助バネ手段11のバネ定数をKcとしたとき、装置全体のX方向のバネ定数Kxcは、次式(2)で示される。

$$K_{xc} = K_x + K_c \quad \dots (2)$$

※パ4のみ変形する。従って、装置全体のY方向のバネ定数Kycはゴムダンパ4のY方向のバネ定数をKyと等しくなる。

$$K_{yc} = K_y \quad \dots (3)$$

30★めの適正値である0.5～2.0の範囲、さらには最適値である1.0の値に設定することが可能となるのである。

【0034】そのために、本例では、前記補助バネ手段11のバネ定数Kcを次式(4)の範囲に設定している。

☆ネ状に連結しているため、装置全体のXYの2方向でバネ定数を近い値に設定することができ、カルマン渦によって生じる振動を優れた制振効果によって減衰させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態を示す斜視図である。

【図2】その正面図である。

【図3】(A)～(D)は装置の作用効果を説明する線図である。

【図4】(A)、(B)は、制振装置が採用される橋梁

を示す斜視図である。

【図5】その並列ケーブルの振動を説明する断面図である。

【図6】(A)、(B)は、ともに従来技術を示す断面図であり、(A)はX方向振動状態、(B)はY方向振動状態を示す。

【図7】従来技術の他の例を示す制振装置の斜視図である。

#### 【符号の説明】

2、2L、2R ケーブル

3、3L、3R 固定金具

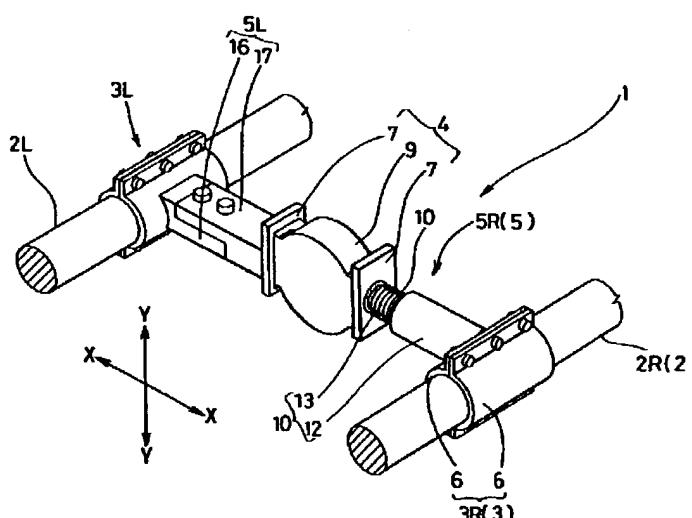
4 ゴムダンパー

5、5L、5R 連結ロッド

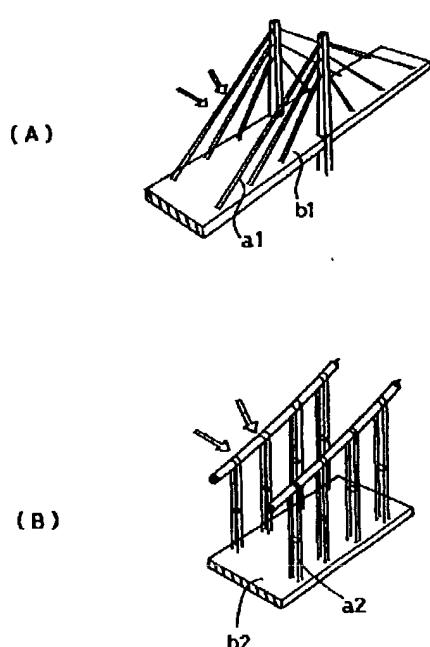
10 伸縮手段

11 補助バネ手段

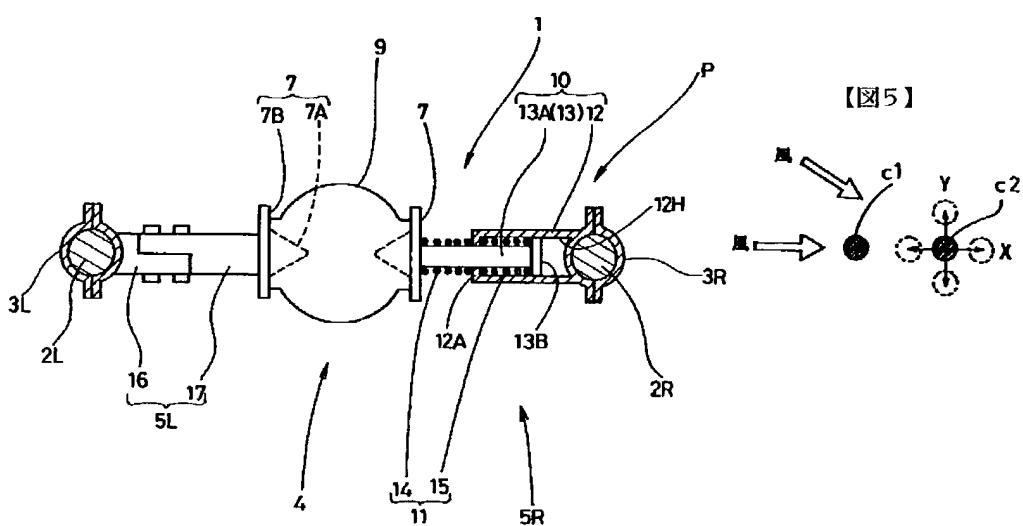
【図1】



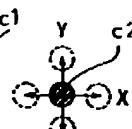
【図4】



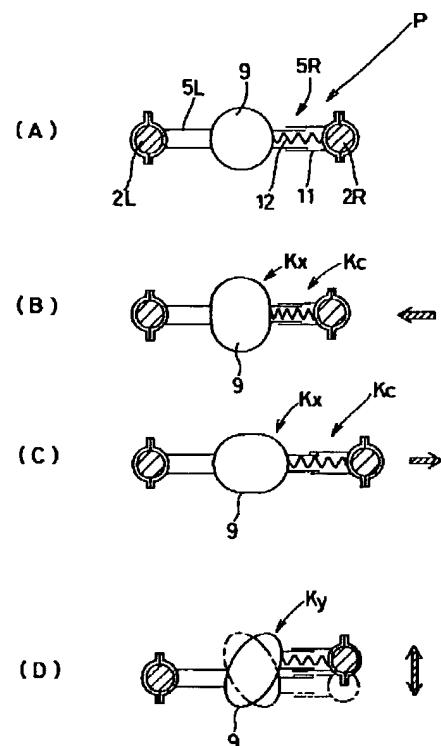
【図2】



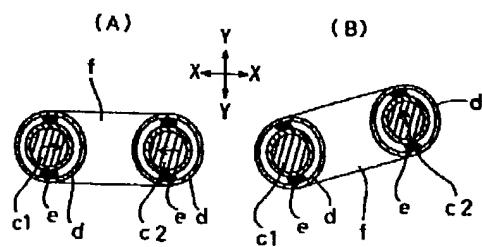
【図5】



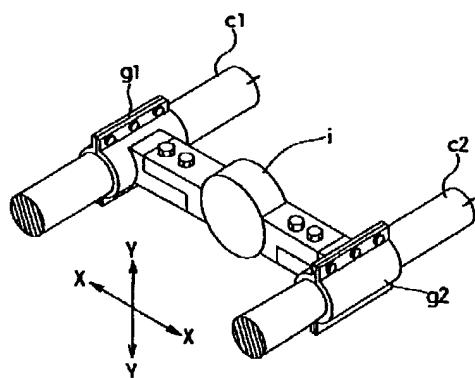
【図3】



【図6】



【図7】



PAT-NO: JP02000136508A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000136508 A  
TITLE: DAMPING DEVICE FOR PARALLEL CABLES  
PUBN-DATE: May 16, 2000

INVENTOR- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJISAWA, KAZUHIRO	N/A

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUMITOMO RUBBER IND LTD	N/A

APPL-NO: JP10310746

APPL-DATE: October 30, 1998

INT-CL (IPC): E01D001/00, E01D011/00, F16F015/04, F16F015/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress together vibration caused in a X-direction and a Y- direction of parallel cables.

SOLUTION: This device is provided with fixing metal fittings 3 fixed to parallel cables, a rubber damper 4, and connecting rods 5 on both sides for connecting the rubber damper 4 and the fixing metal fittings 5. Further, one of the connecting rod 5R is provided with an expansion means 11 which can be expanded and contracted in the X-direction, and an auxiliary spring means 12 for energizing between the rubber damper 4 and the fixing metal fittings 3 in

the X-direction.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

DERWENT-ACC-NO: 2000-394545

DERWENT-WEEK: 200034

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Rubber damper for parallel cable  
installed between main  
tower and bridge girder of cable  
suspension bridge

PATENT-ASSIGNEE: SUMITOMO RUBBER IND LTD [SUMR]

PRIORITY-DATA: 1998JP-0310746 (October 30, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	
LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2000136508 A	006	May 16, 2000
		E01D 001/00
		N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2000136508A	N/A	
1998JP-0310746	October 30, 1998	

INT-CL (IPC): E01D001/00, E01D011/00, F16F015/04, F16F015/08

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000136508A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - An auxiliary spring (12) is provided and energized to an X-direction between the rubber damper (4) and the metal fixture (3). The spring forms part of a coupling rod (5R) which is expandable to an X-direction and which connects the rubber damper and the metal fixture. The metal fixture is fixed to the parallel cable.

USE - For parallel cable installed between main tower and

bridge girder of  
cable suspension bridge.

ADVANTAGE - Suppresses X and Y direction vibration of the parallel cable.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows an isometric view of the damping apparatus.

Metal fixture 3

Rubber damper 4

Coupling rod 5R

Auxiliary spring 12

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/7

TITLE-TERMS: RUBBER DAMP PARALLEL CABLE INSTALLATION MAIN  
TOWER BRIDGE GIRDER  
CABLE SUSPENSION BRIDGE

DERWENT-CLASS: Q41 Q63

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-296305